UDC 582.637.1:581.524.2 **DOI: 10.58407/bht.2.25.1**

Copyright (c) 2025 Yuliia Stupak
Ця робота ліцензується відповідно до Creative Commons Attribution 4.0 International License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Юлія Ступак

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ПОШИРЕННЯ ІНВАЗІЙНОГО ВИДУ *ULMUS PUMILA* L. ПОБЛИЗУ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЙ

Yuliia Stupak

METHODS OF CONTROLLING THE SPREAD OF THE INVASIVE SPECIES *ULMUS PUMILA* L. NEAR RAILWAY TRACKS

АНОТАЦІЯ

Мета роботи. Дослідити ефективність різних методів контролю поширення інвазійного виду *Ulmus pumila* L. уздовж залізничних колій в умовах Чернігівської області (механічних, ручних та хімічних).

Методологія. У межах дослідження нами було проведено застосування трьох основних методів контролю інвазійного виду *U. pumila*, а саме: механічний метод, що полягав у скошуванні надземної частини рослин; ручний метод, зокрема обрізання молодих пагонів із використанням ручної пилки; хімічний метод, який передбачав локальну обробку гербіцидом (моноамонійна сіль гільфосату) окремих пагонів. Дослідження ефективності даних методів проводилися на трьох ділянках розміром 3 × 2 м кожна, де застосувалися різні методи боротьби. Ефективність даних методів оцінювалася на основі змін у популяції рослин досліджуваного виду на кожній окремій ділянці.

Наукова новизна полягає у порівнянні ефективності різних методів контролю інвазійних видів рослин, зокрема *U. pumila*, в умовах зростання біля залізничних колій на південно-західній околиці м. Чернігова. У межах цієї роботи вперше проведено порівняльний аналіз механічного, ручного та хімічного контролю поширення інвазійного виду.

Висновки. Встановлено, що механічний метод є найбільш перспективним та найбільш безпечним для контролю популяції *U. pumila* в умовах досліджуваного регіону. Хімічний метод також продемонстрував високу ефективність, проте є економічно затратним і несе ризики негативного впливу на екосистему. Ручний метод, який передбачає ручне обрізання молодих пагонів, виявився найменш ефективним через значні витрати часу та неможливість повного видалення всіх молодих паростків. Для досягнення стійкого результату важливо враховувати можливість комбінування різних методів, що дозволить досягти більш тривалого ефекту. Водночас, необхідні подальші дослідження для оцінки довгострокової ефективності кожного з методів.

Ключові слова: інвазійний вид, фітоінвазія, *Ulmus pumila* L., контроль популяцій, методи боротьби з інвазіями

ABSTRACT

Purpose of the work. To investigate the effectiveness of various methods of controlling populations of invasive species, in particular mechanical, manual method and chemical methods of controlling the spread of the invasive species *Ulmus pumila* L.

Methodology. Within the framework of the study, we applied three main methods of controlling the invasive species *U. pumila*, namely: a mechanical method, which consisted in mowing the above-ground part of plants; a manual method, in particular, pruning young shoots using a hand saw; a chemical method, which involved local treatment with herbicide (monoammonium salt of glyphosate) of individual shoots. Studies of the effectiveness of these methods were carried out on three plots measuring 3 × 2 m each, where different control methods were used. The effectiveness of these methods was assessed based on changes in the population of plants of the studied species in each individual plot.

Scientific novelty. Comparison of the effectiveness of various methods of controlling invasive plant species, in particular *U. pumila*, in growing conditions near railway tracks on the southwestern outskirts of the city of Chernihiv. For the first time, this work has carried out a comparative analysis of mechanical, manual and chemical methods for controlling the spread of an invasive species.

Conclusions. It was established that the mechanical method is the most promising and safest for controlling the *U. pumila* population in the conditions of the studied region. The chemical method also demonstrated high efficiency, but is economically expensive and carries risks of negative impact on the ecosystem. The manual method, which involves manual pruning of young shoots, turned out to be the least effective due to significant time costs and the impossibility of completely removing all young shoots. To achieve a sustainable result, it is important to consider the possibility of combining different methods, which will allow achieving a longer-lasting effect. At the same time, further research is needed to assess the long-term effectiveness of each method.

Key words: invasive species, phytoinvasion, *Ulmus pumila* L., population control, methods of combating invasions

Постановка проблеми

Однією з головних загроз для екосистем сьогодення є швидке поширення інвазійних чужорідних видів (Gentili et al., 2021). На інвазію рослин в основному впливають прямі (наприклад, шляхом транспортування рослин) або непрямі (наприклад, шляхом зміни землекористування) дії людини, які передбачають переміщення рослин по всьому світу для різних цілей (Lorenzo & Morais, 2023). У чисельних дослідженнях вивчалися переважно інвазійні види трав'янистих рослин, проте чимало інвазійних видів і серед деревних порід. Понад 700 деревних порід у світі є інвазійними (Hirsch et al., 2017) і становлять серйозну загрозу для місцевих екосистем (Hejda et al., 2017). Чужорідні види дерев можуть заважати природному відновленню рослинного покриву, безпосередньо стримуючи та пригнічуючи ріст місцевих рослин через формування щільного самосіву. Крім того, вони обмежують розвиток низькорослих аборигенних рослин, формуючи над ними деревостан і тим самим створюючи затінок (Dyderski & Jagodziński, 2020).

Тут слід навести інформацію про інвазію виду в Україні з посиланнями на доступні джерела Одним із таких видів у флорі України є *Ulmus pumila* L. (*Ulmaceae*). Зокрема, його експансія спричиняє витіснення природної степової рослинності, зокрема угруповань класу *Festuco-Brometea*, навіть у зоні Степу, на територіях природоохоронного значення, таких як відділення Луганського природного заповідника «Стрільцівський степ» та природний заповідник «Єланецький степ» (Zavialova et al., 2021). Також окремі популяції цього виду виявлено у природній зоні Лісостепу – в межах національного природного парку «Подільські Товтри», що свідчить про розширення ареалу та адаптивний потенціал, цього інвазійного виду, в різних екологічних умовах України (Lyubinska & Matvieiev, 2021).

Значне розповсюдження цього виду зафіксовано уздовж залізничних колій на південно-західному заході Чернігова. З'ясовано, що *U. pumila* був інтродукований у цій місцевості наприкінці 1960-х років для формування захисної лінії від вітрів для залізниці.

U. pumila – це листопадне дерево невеликого або середнього розміру, яке часто набуває вигляду чагарника. Цвітіння відбувається всередені весни, ще до появи листя, подібно до інших видів родини *Ulmaceae*. Цей вид здатний до самозапилення, що забезпечує успішне утворення плодів (Hort et al., 2015). Інвазійна особливість *U. pumila* полягає в тому, що він може швидко поширюватися на нових територіях всього за кілька років. (Hirsch et al., 2017). Це зумовлено його адаптивністю, стійкістю до змін температур, високою швидкістю утворення та проростання насіння, а також швидким ростом. (Reynolds et al., 2022).

Саме тому дослідження методів контролю поширення *U. pumila* є надзвичайно актуальним. Науковці активно вивчають вплив цього інвазійного виду на екосистеми та розробляють стратегії його контролю. Зокрема, Linders et al. (2019) розглядають загальні механізми інвазійності деревних рослин та їхній вплив на біорізноманіття. Інші дослідники, такі як Lorenzo & Morais (2023) та Weidlich et al. (2020), аналізували стратегії управління інвазійними деревами та розглядали такі методи контролю, зокрема механічні та хімічні методи контролю інвазійних чужорідних рослин. Gala-Czekaj et al. (2021) досліджували механічний метод (скошування) як метод контролю поширення інвазійних видів. United States Forest Service Southwestern Region розробили низку рекомендацій, у яких наводяться методи контролю *U. pumila* (USDA, 2017).

У даному дослідженні термін «методи контролю» вживається у значенні практичних дій, спрямованих на обмеження поширення інвазійного виду *U. pumila.* Оскільки в низці сучасних українських наукових публікацій цей термін уживається як усталений (Chernysh, 2023; Danko et al., 2024; Mosyakin, 2012), його використання вважається цілком обґрунтованим.

Для боротьби з інвазійними видами застосовуються такі основні методи: механічний, ручний, хімічний, біологічний, а також їх комбінація (Leslie & Westbrooks, 2012). Застосування кожного методу залежить від виду, ступеня інвазії, характеристик середовища існування та ефективності методів контролю (Verbrugge et al., 2019).

Механічний метод передбачає фізичне видалення інвазійних видів з екосистеми. (Chernysh, 2023). До основних механічних методів контролю інвазійних видів належать регулярне скошування їх надземних частин, що знижує фотосинтетичну активність і перешкоджає утворенню насіння; викопування рослин разом із кореневою системою, що є результативним способом боротьби з багаторічними видами, здатними до відновлення з кореневих фрагментів; контрольоване випалювання небажаної рослинності; а також механічна обробка ґрунту, зокрема оранка або дискування (Danko et al., 2024). Такий підхід є ефективним у випадках, коли популяції інвазійних видів є незначними за чисельністю або коли вони ростуть на ділянках, що піддаються фізичному обробітку. Однак цей метод найчастіше потребує комбінування з іншими підходами, зокрема хімічними чи біологічними, для досягнення стійких результатів (Chernysh, 2023).

Хімічний метод боротьби з інвазійними видами полягає в застосуванні хімічних речовин, зокрема гербіцидів, для контролю чисельності небажаних рослин. Однією з основних переваг цього методу є його висока ефективність, що дозволяє швидко та результативно знищувати великі площі інвазійних рослин, що є критично важливим для сільськогосподарських угідь та природоохоронних територій. Крім того, хімічний метод дозволяє ефективно боротися з багаторічними видами рослин, що мають розвинену кореневу систему, яка є складною для видалення за допомогою механічних методів (Weidlich et al., 2020; Mosyakin, 2012; Chernysh, 2023). Проте, незважаючи на свою високу ефективність, хімічний метод має значні недоліки. Одним із основних є ризик хімічного забруднення навколишнього середовища, що може призвести до негативного впливу на інші види рослинності, а також на фауну. Це створює необхідність обережного та обґрунтованого використання хімічних препаратів для мінімізації шкоди природним екосистемам.

Ручний метод передбачає фізичне видалення інвазійних рослин за допомогою витягування, обрізання або мульчування. Це один із найпростіших та найоперативніших способів боротьби з молодими пагонами інвазійних видів. Для цього зазвичай застосовують ручні інструменти, зокрема секатори, лопати, сучкорізи та пилки, які дозволяють ефективно зрізати або викопувати рослини (Miller et al., 2015).

Біологічний метод боротьби з інвазійними видами полягає в застосуванні природних механізмів, таких як конкуренція між організмами, з метою відновлення екологічного балансу. Один із найбільш ефективних способів цього підходу – використання природних ворогів або конкурентних видів рослин для контролю популяцій інвазійних видів. Для цього застосовуються паразитичні гриби, бактерії, комахи та інші організми, здатні живитися інвазійними рослинами. Цей метод є екологічно безпечним, оскільки не спричиняє забруднення навколишнього середовища (Danko et al., 2024). Також до біологічних методів контролю можна віднести випас худоби. (USDA, 2017).

Матеріали та методи дослідження

Дослідження проводилось у червні та серпні 2024 року на південно-західній околиці м. Чернігова, вздовж залізничних колій, де виявлено активне поширення інвазійного виду *U. pumila.* Для проведення дослідження було вибрано три дослідні ділянки розміром 3×2 м (саме такий розмір експериментальних ділянок було визначено з урахуванням просторових особливостей досліджуваної території (смуги вздовж залізничних колій)), на кожній з яких застосовувався один із методів контролю популяції виду. Варто зазначити, що саме такий формат ділянок дозволяє забезпечити належну репрезентативність даних, зберіга-

ючи водночас ергономічність для зручного застосування методів контролю.

У межах дослідження були апробовані наступні методи: механічний метод – скошування надземної частини рослин; ручний метод – ручне обрізання молодих пагонів за допомогою акумуляторної пилки та секатору; хімічний метод – рівномірне обприскування надземної частини рослини гербіцидом (моноамонійна сіль гліфосату).

Під час першого етапу дослідження (червень 2024 р.) на одній з ділянок (№1) вже було здійснено ручне обрізання пагонів *Ulmus pumila* за допомогою секатора та ручної пилки. Дві інші ділянки (№2 та №3) на той момент були скошені працівниками залізниці в рамках регламентного обслуговування і догляду за територією залізничних колій.

У серпні 2024 р. під час повторного етапу дослідження було здійснено скошування на ділянці № 1, обрізання пагонів на ділянці № 2 (рис. 1) та хімічну обробку *U. pumila* (ділянка № 3).

Рис. 1. Проведення обрізання пагонів *Ulmus pumila* за допомогою акумуляторної пилки та секатора (серпень 2024 р.)

Хімічна обробка полягала в рівномірному обприскуванні надземної частини рослин *U. pumila* гербіцидним препаратом на основі моноамонійної солі гліфосату. Обробку проводили вручну за допомогою пневматичного обприскувача, у безвітряну погоду з дотриманням рекомендованої концентрації та заходів безпеки.

Гліфосат – це хімічна сполука з групи фосфонатів (солі фосфітної кислоти, наприклад ізопропіламінна сіль) і є основним компонентом найпоширеніших біологічно активних системних гербіцидів широкого спектру дії та займає перше місце серед гербіцидів. Основною діючою речовиною є сам гліфосат, який є натуральним амінокислотним гербіцидом. Він має хімічну формулу $C_3H_8NO_5P$ та систематичне ім'я N-(fosfonometil) гліцин (Kolodeeva & Andrienko, 2023). Застосування гербіциду здійснювалося саме в цей період з урахуванням сезонної активізації метаболічних процесів у рослин, зокрема посиленого транспорту речовин до кореневої системи, що підвищує ефективність поглинання та дії гербіцидних препаратів.

Оцінювання ефективності методів здійснювалося за візуальними змінами популяції *U. pumila* на дослідних ділянках, зокрема за кількістю нових відрослих пагонів після застосування кожного методу.

Результати дослідження та обговорення

У ході дослідження було випробувано три методи контролю поширення інвазійного виду *U. pumila* поблизу залізничних колій.

Механічний метод (ділянка №2) (рис. 2), що полягав у скошуванні надземної частини

показав найбільшу ефективність. Результати після двох тижнів застосування методу представлено на рис. 3, на якому видно декілька молодих зелених пагонів, які проростають із основи зрізаних стебел. Це свідчить про здатність *U. pumila* до регенерації. Незважаючи на часткову регенерацію пагонів, загальна кількість нових ростків є невеликою, що свідчить про стриманий ріст. Більшість пагонів обрізані та не демонструють інтенсивного відновлення, особливо у порівнянні з тими результатами, які могли були після ручного методу. Цей метод сприяв значному зменшенню кількості нових пагонів, що вказує на високу ефективність при боротьбі з інвазійним видом. Варто зазначити, що цей метод забезпечує стабільне обмеження росту рослин за умови систематичного застосування.

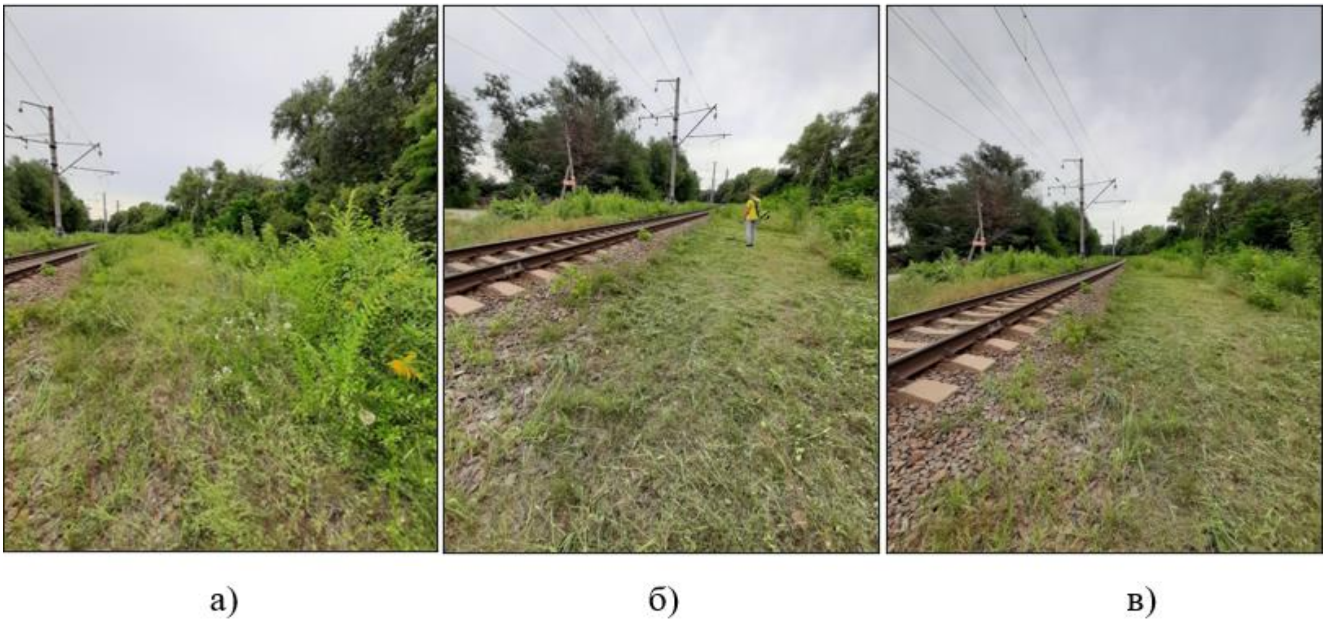

Рис. 2. Проведення механічного методу контролю поширення *U. pumila* (серпень 2024 р.): а) – до скошування; б) – процес скошування; в) після скошування

Рис. 3. Стан пагонів *U. pumila* через два тижні після застосування механічного методу контролю (скошування)

Хімічний метод (ділянка № 3) (рис. 4), що полягав в рівномірному обприскуванні надземної частини рослин *U. pumila* гербіцидним препаратом на основі моноамонійної солі гліфосату, також продемонстрував високу ефективність.

Рис. 4. Процес застосування хімічного методу контролю поширення *U. pumila*

На рис. 5 показано стан *U. pumila* через два тижні після хімічного оброблення гербіцидом (моноамонійна сіль гліфосату), спостерігаються характерні ознаки дії хімічного методу, а саме: помітні скручені та почорнілі листки на кінцях пагонів, деяке зів'янення та висихання верхівок молодих пагонів, пожовтіння та опадання листя, проте основна маса листя залишається зеленою, що свідчить про часткову ефективність дії гербіциду. Однак, а 30-й день після застосування гербіциду спостерігається повна деградація надземної частини *U. pumila*, без ознак регенерації та повторного відростання. Однак застосування хімікатів потребує обережності через потенційний вплив на навколишнє середовище. А також, важливим чинником є те, що протягом кількох годин після обробки, не повинно бути опадів, що не завжди можна передбачити. Також, враховуючи високу вартість цього методу, він може бути менш економічно вигідним.

а) б) в)

Рис. 5. Стан пагонів *U. pumila* через два тижні після застосування хімічного методу контролю (точкову обробку пагонів гербіцидом моноамонійною сіллю гліфосату)

Ручний метод (ділянка №1) (рис. 6) виявився найменш ефективним через значні витрати часу та високу трудомісткість. Крім того, повне видалення рослин є ускладненим, оскільки можуть залишатися незначні залишки паростків, що зумовлює їхнє швидке повторне відростання.

а) б)

Рис. 6. Проведення ручного методу контролю поширення *U. pumila* (обрізання пагонів за допомогою акумуляторної пилки та секатора): а) до обробки; б) після обробки

Попри те, що цей метод дозволяє зменшити кількість пагонів на певний період, швидке відростання нових пагонів знижує його загальну ефективність у довгостроковій перспективі.

Крім того, у процесі спостереження було зафіксовано природне обмеження популяції *U. pumila* шляхом випасу кіз, які активно поїдали молоді пагони. Це свідчить про потенційну ефективність використання природного випасу як біологічного методу контролю інвазійного виду. Аналогічний підхід розглядається і в роботі United States Forest Service, де зазначено доцільність застосування випасу худоби, зокрема кіз, для управління поширенням *U. pumila* у південно-західних регіонах США (USDA, 2017).

Результати дослідження показали, що механічний метод скошування *U. pumila* виявився найбільш ефективним способом контролю популяції цього інвазійного виду. Скошування призвело до значного зменшення кількості нових пагонів, що підтверджує ефективність методу у короткостроковій перспективі. Це співпадає з даними Gala-Czekaj et al. (2021), де механічне видалення рослин, а саме скошування було визнано дієвим заходом для контролю інвазійних видів. Одним з ключових факторів є те, сприяв значному зменшенню кількості нових пагонів, що вказує на високу ефективність при боротьбі з інвазійним видом *U. pumila*. Варто зазначити, що цей метод забезпечує стабільне обмеження росту рослин за умови систематичного застосування.

Хоча хімічний метод (обробка гербіцидом) виявився не менш ефективним порівняно з механічним, він все ж показав непогані результати. Однак, його висока вартість та необхідність обережного використання обмежують можливість застосування на великих площах. Варто зазначити, що використання гліфосат, як гербіциду який використовують для контролю поширення інвазійних видів є найпопулярнішим за дослідженням Weidlich et al. (2020). Також наші результати дослідження узгоджується з їхніми дослідженнями, що вказують на високу ефективність хімічних методів, але також на значні витрати та потенційний ризик для навколишнього середовища.

Ручний метод (обрізання пагонів) показав найменшу ефективність. Це можна

пояснити тим, що пагони *U. pumila* мають високу здатність до регенерації. У результаті цього методу рослини швидко відновлюються, що знижує ефективність заходу.

Висновки

Враховуючи отримані результати, встановлено, що механічний метод є найбільш перспективним та найбільш безпечним для контролю популяції *U. pumila* в умовах досліджуваного регіону. Хімічний метод також продемонстрував високу ефективність, проте є економічно затратним і несе ризики негативного впливу на екосистему. Ручний метод, який передбачає ручне обрізання молодих пагонів, виявився найменш ефективним через значні витрати часу та неможливість повного видалення всіх молодих паростків.

Для досягнення стійкого результату важливо враховувати можливість комбінування різних методів, що дозволить досягти більш тривалого ефекту. Водночас, необхідні подальші дослідження для оцінки довгострокової ефективності кожного з методів.

Фінансування / Funding

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування / This research received no external funding.

Заява про доступність даних / Data Availability Statement

Набір даних доступний за запитом до автора/ Dataset available on request from the author.

Заява інституційної ревізійної ради / Institutional Review Board Statement

Незастосовується/ Not applicable.

Заява про інформовану згоду / Informed Consent Statement

Незастосовується/ Not applicable.

Конфлікт інтересів / Conflict of interest

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів/ The author declares no conflict of interest.

Декларація про генеративний штучний інтелект і технології на основі штучного інтелекту в процесі написання / Declaration on Generative Artificial Intelligence and AI-enabled Technologies in the Writing Process

У цьому дослідженні не використовувався генеративний штучний інтелект або технології штучного інтелекту для збору, аналізу чи інтерпретації даних/ This study did not use generative artificial intelligence or AI technologies to collect, analyze, or interpret data.

References

Chernysh, V. (2023, 16-18 May). *Methods of combating invasive plant species* [Conference presentation abstract]. The 5th International Scientific and Practical Conference "Scientific Paradigm in the Context of Technologies and Society Development" Geneva, Switzerland. https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/article/view/3366/3399 (in Ukrainian)

Черниш, В. Методи боротьби з інвазивними видами рослин. *Scientific Paradigm in the Context of Technologies and Society Development*: Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference, 16-18 May, 2023. Geneva, Switzerland. 2023. SPC: "InterConf". Protonique, 2023. P. 421–422.

Danko, Yu., Voitkiv, A., & Kobyletska, M. (2024). Spread of invasive plant species in the territory of the Ukrainian Carpathians. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology, 93*, 29–45. http://dx.doi.org/10.30970/vlubs.2024.93.04 (in Ukrainian)

Данко Ю., Войтків А., Кобилецька М. Поширення інвазійних видів рослин на території Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія Біологія*. 2024. № 93. С. 29–45. http://dx.doi.org/10.30970/vlubs.2024.93.04

Dyderski, M. K., & Jagodziński, A. M. (2020). Impact of Invasive Tree Species on Natural Regeneration Species Composition, Diversity, and Density. *Forests*, *11*(4), 456. https://doi.org/10.3390/f11040456

Gala-Czekaj, D., Synowiec, A., & Dąbkowska, T. (2021). Self-Renewal of Invasive Goldenrods (*Solidago* spp.) as a Result of Different Mechanical Management of Fallow. *Agronomy*, *11*(6), 1065. https://doi.org/10.3390/agronomy11061065

Gentili, R., Schaffner, U., Martinoli, A., & Citterio, S. (2021). Invasive alien species and biodiversity: impacts and management. *Biodiversity*, *22(1–2)*, 1–3. https://doi.org/10.1080/14888386.2021.1929484

Hejda, M., Hanzelka, J., Kadlec, T., Štrobl, M., Pyšek, P., Reif, J. (2017). Impacts of an invasive tree across trophic levels: Species richness, community composition and resident species' traits. *Divers. Distrib.*, *23*, 997–1007. https://doi.org/10.1111/ddi.12596

Hirsch, H., Brunet, J., Zalapa, J.E. et al. (2017). Intra- and interspecific hybridization in invasive Siberian elm. *Biol. Invasions*, *19*, 1889–1904. https://doi.org/10.1007/s10530-017-1404-6

Hirsch, H., Hensen, I., Wesche, K., Renison, D., Wypior, C., Hartmann, M., & von Wehrden, H. (2017). Non-native populations of an invasive tree outperform their native conspecifics. *AoB PLANTS*, *8*, plw071. https://doi.org/10.1093/aobpla/plw071

Hort, D., Zaharia, A., Buta, E., Zaharia, D., & Cantor, M. (2015). The Radiograph of an invasive species (*Ulmus pumila*). *AGRICULTURA*, *93* (1-2), 64-68. https://doi.org/10.15835/arspa.v93i1-2.11241

Kolodeeva, K., & Andrienko, O. (2023, April 21). Glyphosate – benefits and dangers [Conference presentation abstract]. The All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Achievements and Prospects in the Field of Production, Processing and Storage of Agricultural Products", Kropyvnytskyi.

Колодєєва К., Андрієнко О. Гліфосат – користь та небезпека. *Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Кропивницький, 21 квітня 2023 р.). Кропивницький: ЦНТУ, 2023 С. 48 – 51.

Leslie, A., & Westbrooks, R. (2012). *Invasive Plant Management Issues and Challenges in the United States: 2011 Overview (ACS Symposium Series).* American Chemical Society. https://doi.org/10.1021/bk-2011-1073

Linders, T. E. W., Schaffner, U., Eschen, R., Abebe, A., Choge, S. K., Nigatu, L., Mbaabu, P. R., Shiferaw, H., & Allan, E. (2019). Direct and indirect effects of invasive species: Biodiversity loss is a major mechanism by which an invasive tree affects ecosystem functioning. *Journal of Ecology, 107*(6) 2660-2672. https://doi.org/10.1111/1365-2745.13268

Lorenzo, P., & Morais, M. C. (2023). Strategies for the Management of Aggressive Invasive Plant Species. *Plants, 12*(13), 2482. https://doi.org/10.3390/plants12132482

Lyubinska, L., & Matvieiev, M. (2021). Invasive species in the flora and fauna of Podilski Tovtry National Nature Park (Ukraine). *Geo&Bio, 20*, 70–78. http://doi.org/10.15407/gb2009 (in Ukrainian)

Любінська Л. Г., Матвєєв М. Д. Інвазивні види флори та фауни Національного природного парку Подільські Товтри (Україна). *Geo&Bio*. 2021. № 20. С. 70–78. http://doi.org/10.15407/gb2009

Miller, J. H., Manning S. T., & Enloe, S. F. (2015). A management guide for invasive plants in southern forests. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station. https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/gtr/gtr_srs131.pdf

Mosyakin, A. S. (2012). Modern methods of biological control (biological regulation) of the activity of invasive plants: examples and prospects for application. *Scientific foundations of the preservation of biotic diversity, 3*(10), 93-109. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nozbr_2012_3(10)_1_9. (in Ukrainian)

Мосякін А. С. Сучасні методи біологічного контролю (біологічного регулювання) активності інвазійних рослин: приклади й перспективи застосування. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності.* 2012. Т. 3(10), № 1. С. 93-109. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nozbr_2012_3(10)_1_9

Reynolds, L.V., Perry, L.G., Shafroth, P. B., Katz, G., & Norton, A. (2022). Invasion of Siberian Elm (*Ulmus pumila*) Along the South Platte River: the Roles of Seed Source, Human Influence, and River Geomorphology. *Wetlands, 42(10),* 1–23. https://doi.org/10.1007/s13157-021-01516-4

USDA Forest Service Southwestern Region. (2017). *Field Guide for Managing Siberian Elm in the Southwest United States. Albuquerque.* https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-A13-PURL-gpo89738/pdf/GOVPUB-A13-PURL-gpo89738.pdf

Verbrugge, L. N. H., Hoop, L., Aukema, R., Beringen, R., Creemers, R. C. M., Duinen, G. A., Hollander, H., Hullu, E., Scherpenisse, M., Spikmans, F., Turnhout, C. A. M., Wijnhoven, S., & Leuven, R. S. E. W. (2019). Lessons learned from rapid environmental risk assessments for prioritization of alien species using expert panels. *Journal of Environmental Management, 249*, 109405, https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109405

Weidlich, E. W. A., Flórido, F. G., Sorrini, T. B., & Brancalion, P. H. S. (2020). Controlling invasive plant species in ecological restoration: A global review. *Journal of Applied Ecology, 57*(9) 1806–1817. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13656

Zavialova, L. V., Protopopova, V. V., Kucher, O. O., Ryff, L. E., & Shevera, M. V. (2021). Plant invasions in Ukraine. *Environmental & Socio-economic Studies, 9(4)*, 1-13. https://doi.org/10.2478/environ-2021-0020

Received: 15.04.2025. **Accepted**: 17.05.2025. **Published**: 10.07.2025.

Ви можете цитувати цю статтю так:

Ступак Ю. Методи контролю поширення інвазійного виду *Ulmus pumila* L. поблизу залізничних колій. *Biota. Human. Technology*. 2025. №2. С. 8-17

Cite this article in APA style as:

Stupak, Yu. (2025). Methods of controlling the spread of the invasive species *Ulmus pumila* L. near railway tracks. *Biota. Human. Technology,* (2), 8-17. (in Ukrainian)

Information about the author:

Stupak Yu. [*in Ukrainian:* **Ступак Ю.],** Ph. D. student, email: yuli.reb100@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2514-2577
Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University “Chernihiv Colehium”
53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine